QUECKSILBER-LUFTPUMPE.

INAUGURALDISSERTATION

DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÆT DER UNIVERSITÆT ROSTOCK.

VORGELEGT VON

DR. PHILOS. H. BUSCH.

WIEN 1870.

IM VERLAGE DES VERFASSERS.

Die ausgezeichneten Arbeiten von Lothar Meyer, welche im Bunsen'schen Laboratorium 1858 ausgeführt worden sind, haben uns den ersten Aufschluss gegeben über die Gase des Blutes. Er benutzte zur Aufsammlung ein mit Wasserdämpfen angefülltes Vacuum. Ein solches ist aber keine Leere für Gase. Denn, wenn die Tension des Wasserdampfes in einem Raume so gross ist, wie der Gasdruck in einem zweiten Raume, welcher mit jenem communicirt, so halten sich beide Spannungen das Gleichgewicht. Ferner ist die Verdünnung des Blutes für die Entwicklung der Gase, namentlich der Kohlensäure hinderlich, wie Pflüger nachgewiesen hat. Bei dem von Ludwig und Setchenow angewandten Verfahren fallen diese Fehlerquellen weg. Sie bedienten sich der Torricellischen Leere, welche absolut trocken ist, und lassen die Blutgase, nachdem ihnen der Wasserdampf entzogen ist, in dieselbe einströmen. Der von Prof. Ludwig und Setchenow nach diesem Principe construirte Apparat ist in dem Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. Academie der Wissenschaften in Wien, Jahrgang 1859, Nr. 13—16, genau beschrieben. Der Apparat ist denselben Fehlerquellen unterworfen, welche ich jetzt an dem Helmholtz'schen anführen will. Diese Quecksilber-Luftpumpe werde ich etwas eingehender beschreiben. Sie besteht im Wesentlichen aus folgenden Theilen: einem schmalen, länglichen Glasgefässe, welches oben, unten und an der Seite tubulirte Ansätze trägt. Der obere, mit einem Kautschukschlauch versehene Ansatz ist mit einer Glasröhre in Verbindung, die zum Entfernen der Gase dient. Der Kautschukschlauch kann vermittelst einer Klemmschraube zusammengepresst werden. Der seitliche Ansatz stellt die Verbindung des Vacuumraumes mit dem Recipienten her. Die Ver-

bindungsstelle ist ebenfalls mit einem Kautschukschlauch versehen, der mit einer Klemmschraube zusammengehalten werden kann. An die untere Ansatzstelle ist ein langer Kautschukschlauch angebracht, der den beweglichen Arm eines Barometers repräsentirt und an seinem Ende eine Glaskugel trägt. Beim Experimentiren ist dieselbe mit Quecksilber gefüllt und kann gehoben und gesenkt werden.

Beim Heben der Kugel wird der Vacuumraum mit Quecksilber angefüllt und die Luft entweicht durch die oben angebrachte Glasröhre. Man verschliesst nun diese Glasröhre, indem man die Kautschukverbindungen zusammenpresst und senkt die Kugel, das Quecksilber tritt zurück in dieselbe und das Vacuumgefäss wird nach öfterem Wiederholen dieses Vorganges luftleer. Hat man alsdann den Recipienten mit dem Vacuumraume in Verbindung gesetzt und auch hieraus die Luft ausgepumpt, so kann man zur Bestimmung der Blutgase übergehen. Dieselben werden in einem Eudiometer aufgefangen, die Kohlensäure durch Kalilauge absorbirt, der Sauerstoff durch Zusatz des nöthigen Wasserstoffes verpufft und die Mengen genau bestimmt, indem Druck und Temperatur berücksichtigt werden. Der beschriebene Apparat hat mehrere Mängel. Die Kautschukverbindungen schliessen nicht luftdicht, ausserdem kann aus dem langen Kautschukschlauch Luft in den Vacuumraum übertreten und aus dem Recipienten Blut in denselben.

Prof. Pflüger hat an Stelle der Kautschukverbindungen Glashähne angebracht, welche, wenn sie von Geissler in Bonn eingeschliffen sind, zuweilen luftdicht schliessen (ich hatte zwei Apparate von genanntem Künstler, an welchen die Hähne nicht luftdicht schlossen); er hat auch an die untere Ansatzstelle ein Gefäss befestigt, welches zum Ansammeln der aus dem Schlauche mit übergerissenen Luft dient, ferner ein Rohr zwischen dem Recipienten und dem Vacuumgefässe eingeschaltet, welches Chlorcalcium enthält und zum Zurückhalten der Wasserdämpfe dient. Diese Luftpumpe ist sehr zerbrechlich und nur Geissler'sche Hähne sind anwendbar, da alle anderen nicht luftdicht schliessen. Zerbricht man einen so werthvollen Apparat (was mir zweimal passirt ist), so wird man in seiner Arbeit sehr aufgehalten, da ihn nur Geissler repariren kann. Die neue, von

Prof. Ludwig construirte Luftpumpe stimmt im Wesentlichen mit genannten Apparaten überein, nur ist Alles in grösserem Massstabe ausgeführt und wird die Quecksilberflasche mit einem Flaschenzug gehoben und gesenkt, was das Auspumpen sehr erleichtert.

Die Quecksilber-Luftpumpe, welche ich in dieser Abhandlung beschreiben will, ist eine Modification der Pumpen von Geheimrath Helmholtz und Pflüger und unterscheidet sich von ihnen dadurch, dass alle Kautschukverbindungen, sowie alle sonstigen der Luft zum Innern des Apparates Zutritt gewährenden Stellen unter Quecksilber abgeschlossen sind. Die bisher angewandten Verschlüsse mit Kautschuk oder mit Glashähnen, wie bei der Pflüger'schen Luftpumpe, gewähren immer noch keine sichere Garantie.

Ich construirte nun mit Hilfe von Herrn Geheimrath Helmholtz einen Apparat, der die Luft vollständig von dem Innern des Apparates abschliesst, leicht transportabel und weniger zerbrechlich ist, wie die vorher construirten Apparate und wenigstens mit den überall vorräthigen Glasgefässen immer wieder hergestellt werden kann.

Die Einrichtung des Apparates ist folgende: Der Recipient *a* ist ein glockenförmiges Gefäss, welches etwa zwei Liter Flüssigkeit fasst. Der Hals desselben ist mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen. Durch die eine Durchbohrung geht ein Glashahntrichter zum Einlassen der auszupumpenden Flüssigkeit. Der cylindrische Trichter ist oberhalb dem Glashahn in Millimeter eingetheilt, um die Menge der einzulassenden Flüssigkeit bequem ablesen zu können. Durch die andere Durchbohrung des den Recipienten verschliessenden Stopfens geht eine Glasröhre, welche mit dem Schwefelsäuregefäss *b* in Verbindung steht. Auf den Hals des Recipienten ist ein Glas- oder Holzgefäss aufgekittet, welches, mit Quecksilber gefüllt, den Gummistopfen, sowie den Glashahn bedeckt. Die Luft ist also hier vollständig von dem Innern des Recipienten abgeschlossen. Mit dem Recipienten in Verbindung durch das Rohr *o* steht das Schwefelsäuregefäss *b*. In ihm werden die Wasserdämpfe, welche bei dem Auspumpen der Flüssigkeiten entweichen, zurückgehalten. Es ist

durch einen doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen. Durch die eine Durchbohrung geht das schon erwähnte Rohr *o*, durch die andere das Ende des Rohres *c*, welches mit Schwefelsäure getränkten Bimsstein enthält und zu demselben Zwecke dient, wie das Schwefelsäuregefäss *b*. Auf letzteres ist ebenfalls ein Quecksilberverschluss angebracht, wie bei dem Recipienten *a*. Dem Rohre *c* gibt man am besten eine nach *b* geneigte Lage, damit das Wasser, welches sich hier ansammeln sollte, in das Schwefelsäuregefäss *b* zurückfliessen kann und nicht in das Vacuumgefässe *d* übersteigt. Dieses Gefäss *d* ruht in dem Gestelle *x*, welches mit einer Schraube an einem Tische angeschraubt wird. Es fasst etwa ein Liter Quecksilber und hat eine birnförmige, nach unten verlängerte Gestalt. Auf den Hals ist ein Glastrichter aufgekittet, der mit Quecksilber gefüllt wird. In dem oberen Halse des Vacuumgefässes *d* sitzt ein doppelt durchbohrter Gummistopfen. Durch seine eine Oeffnung geht das Glasrohr *p*, welches oberhalb des Stopfens mit einem Glashahn geöffnet und verschlossen werden kann. Das Rohr *c* wird mit diesem Rohr *p* durch ein Stückchen Kautschukschlauch verbunden. Durch Oeffnen des Hahnes *m* kann also die Verbindung des Vacuumraumes mit *c*, *b* und *a* hergestellt werden. Durch die zweite Durchbohrung geht ein kleines gebogenes Stückchen Glasrohr. Der Gummistopfen ist an seiner unteren Seite, wo dieses Stückchen Glasröhre austritt, etwas ausgeschnitten, damit das Gas, welches aus dem Vacuumraume austritt, all in dieses Röhrchen gelangt. Letzteres ist durch einen dünnen Kautschukschlauch mit der Röhre *f* verbunden. Aus ihm werden die Gase in ein graduirtes Gefäss *q* geleitet. Der Glashahn *m*, der dünne Kautschukschlauch, sowie die Verbindungsstellen des Kautschuks und Glases innerhalb des Trichters *r*, liegen unter Quecksilber. Damit man die beiden Glashähne *m* und *n*, welche unter Quecksilber liegen, bequem auf- und zudrehen kann, enthalten sie an ihrem Griffe einen kleinen Hebelarm *s*. Der untere lange Theil des Vacuumgefässes *d* geht durch einen Gummistopfen bis auf den Boden des Gefässes *g*. Letzteres dient zum Ansammeln und Zurückhalten der aus dem Schlauche mit übergerissenen Luft. Es enthält an seinem oberen Theile zwei tubulirte Ansätze *k* und *i*.

Durch *k* wird das Quecksilber in das Gefäss *g* und *d* getrieben, durch *i* das sich in dem Gefässe *g* ansammelnde Gas, bei Oeffnung des Hahnes *t*, ausgelassen. Auf dem Hals des Gefässes *g* ist ein ähnlicher Quecksilberverschluss angebracht, wie *r*, *u* und *n*. An dem tubulirten Ansatz *k* wird ein etwa 1 Meter langer Kautschukschlauch, möglichst fest anschliessend befestigt. Derselbe geht nach der unteren Oeffnung der Flasche *l* und wird an einer durch die Oeffnung des Stopfens *v* gehenden Glasröhre, möglichst luftdicht befestigt. Die Quecksilberflasche *l* kann frei gehoben und gesenkt werden.

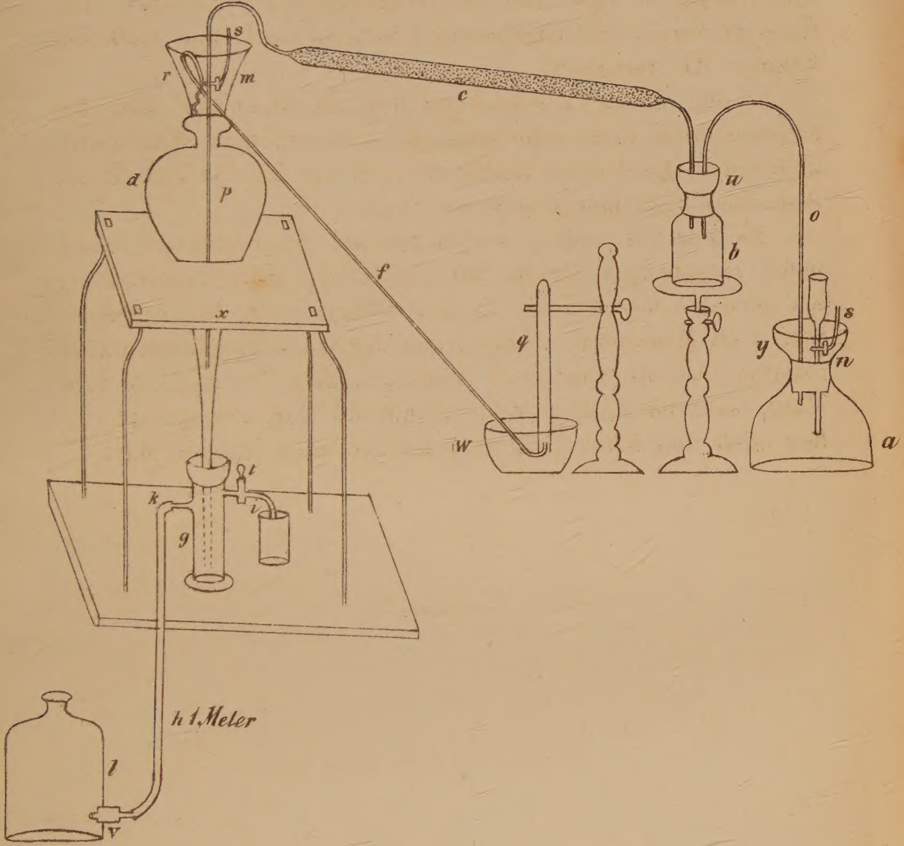
Will man die Räume *a*, *b* und *c* auspumpen, so verschliesst man zunächst den Hahn *m*, lässt dann durch Heben der Flasche *l* das Quecksilber in die Gefässe *g* und *d* steigen. Die Luft entweicht durch die Röhre *i* und das mit dem dünnen Kautschukschlauch versehene Glasrohr *f*. Beim Senken der Quecksilberflasche *l* wird der unter Quecksilber liegende, mit *f* verbundene Kautschukschlauch, ohne weiteres Zuthun des Experimentators, zusammengepresst, *d* wird nach mehrmaligem Senken der Flasche *l*, nachdem die Luft aus dem Quecksilber und dem Rohre *p* getreten ist, vollkommen luftleer. Man darf das Heben der Flasche *l* nicht zu rasch ausführen, weil sonst von den Luftblasen, die mit übergerissen werden, auf den Boden des Gefässes *g* gelangen und von da in den luftleeren Raum *d* dringen können. Ist *d* auf diese Weise luftleer, so öffnet man beim Senken der Flasche den Hahn *m* und lässt langsam die Luft aus *c*, *b*, *a* in *d* übertreten. Darauf hebt man die Flasche *l* wieder, verschliesst den Hahn *m* und treibt die in *d* enthaltene Luft durch die Röhre *f* aus. Beim öfteren Wiederholen dieser Manipulation wird *c*, *b* und *a* allmälig luftleer. Um die letzten Reste von Luft möglichst rasch auszupumpen, lässt man durch Oeffnen des Hahnes *n* etwas Wasser in den Recipienten *a* treten; die sich bildenden Wasserdämpfe treiben die letzten Spuren von Luft aus *a* und *b* aus. Will man nun z B. eine Blutgasanalyse ausführen, so füllt man, nachdem *m* zugedreht worden ist, den Vacuumraum *d* und das Rohr *f* mit Quecksilber. Die ausgezogene Spitze des Rohres *f* bringt man unter die Oeffnung eines mit Quecksilber gefüllten Eudiometers in der Quecksilberwanne *w*. Man lässt

jetzt eine bestimmte Menge Blut durch Oeffnen des Hahnes *n* in den Recipienten eintreten. Dasselbe schäumt stark auf und man beginnt nun das Auspumpen. Das Blut verliert dabei seine rothe Farbe, wird fast schwarz und beim längeren Auspumpen, namentlich, wenn man die letzten Mengen von Gas durch Erwärmen auf 35—45° austreibt, eingedickt zähe, indem das Wasser in das Schwefelsäuregefäss *b* überdestillirt. Die Gase werden in dem Eudiometer *q* aufgesammelt und nach bekannter Art analysirt.

Sollte dieser beschriebene Apparat an einer oder der anderen Stelle nicht schliessen, so bemerkt man dies leicht, indem das Quecksilber durch diese Stelle in das Innere des Apparates als feiner Regen eindringt.

Es war mir leider, wegen Schluss des Semesters, nicht mehr vergönnt, Versuche mit diesem Apparate auszuführen; ich verweise hier auf die in dem Pflüger'schen Archive demnächst erscheinenden Arbeiten aus dem Helmholtz'schen Laboratorium, möchte aber noch bemerken, dass der Apparat acht Tage, während welcher Zeit ich unwohl war, ausgepumpt stehen blieb und keine Luft in denselben eingedrungen war.

Druck von R. v. Waldheim.



s
r
m
c
d
p
u
o
b
f
x
q
s
y
n
w
a
t
k
i
g
h 1 Meter
l
V